SIUC-VAX

Plateforme vaccinale basée sur les invariants de cohérence virale

Document de travail – Version initiale

1 Résumé

2 Résumé

3 Résumé

La présente invention décrit une plateforme vaccinale innovante, nommée SIUC-VAX, fondée sur l'identification et l'exploitation des invariants de cohérence virale. Contrairement aux approches vaccinales traditionnelles qui ciblent principalement des protéines variables sujettes aux mutations, SIUC-VAX repose sur l'analyse des structures virales essentielles, stables et non mutables, identifiées à l'aide du modèle SIUC (Système d'Intégration Unifiée de la Cohérence).

Cette approche permet de modéliser les virus comme des systèmes dynamiques possédant des attracteurs structurels indispensables à l'infection. Les invariants ainsi identifiés sont intégrés dans des nanoparticules ou vecteurs immunogènes afin d'induire une réponse immunitaire durable, stable et résistante aux variations virales.

La plateforme SIUC-VAX offre une méthode prédictive pour anticiper les mutations cohérentes, optimiser la transition immunitaire et accélérer la conception de vaccins modulaires. L'invention est destinée à être protégée par un brevet défensif, puis rendue accessible en open-source afin de garantir son utilisation libre et mondiale.

4 Introduction

Les avancées récentes en virologie structurale et en immunologie ont mis en évidence les limites des approches vaccinales traditionnelles, particulièrement face à l'émergence rapide de variants viraux. Les plateformes actuelles ciblent majoritairement des protéines de surface hautement variables, ce qui rend les vaccins vulnérables aux mutations et nécessite des reformulations fréquentes. Cette dynamique crée un décalage constant entre l'évolution virale et la capacité de réponse des systèmes de santé.

Dans ce contexte, il devient essentiel de développer des stratégies vaccinales capables de dépasser la variabilité génétique des virus et de cibler leurs éléments structurels les plus stables. Le modèle SIUC (Système d'Intégration Unifiée de la Cohérence) offre un cadre conceptuel permettant d'aborder les virus non pas comme des objets statiques, mais comme des systèmes dynamiques possédant des attracteurs de cohérence et des structures minimales indispensables à l'infection.

L'objectif de SIUC-VAX est de tirer parti de ces invariants de cohérence pour concevoir des immunogènes robustes, durables et résistants aux mutations. En identifiant les structures virales non mutables et en les intégrant dans des nanoparticules ou vecteurs immunogènes, cette approche vise à créer une nouvelle génération de vaccins capables d'anticiper les mutations cohérentes et de maintenir une efficacité stable dans le temps.

Cette introduction présente les fondements scientifiques, techniques et conceptuels de SIUC-VAX, ainsi que son potentiel pour transformer la conception vaccinale et renforcer la résilience sanitaire mondiale.

5 Contexte scientifique

Les virus constituent des systèmes biologiques hautement adaptatifs capables de modifier rapidement leurs structures de surface afin d'échapper à la surveillance immunitaire. Cette variabilité est particulièrement marquée chez les virus à ARN, tels que les coronavirus, les virus influenza ou les paramyxovirus, dont les taux de mutation élevés compliquent la conception de vaccins durables. Les approches vaccinales actuelles reposent principalement sur le ciblage d'antigènes variables, ce qui entraîne une efficacité limitée dans le temps et une vulnérabilité aux variants émergents.

Parallèlement, les avancées en biologie structurale ont révélé que, malgré leur diversité apparente, les virus partagent des éléments structurels essentiels à leur cycle infectieux. Ces éléments, souvent liés à la fusion membranaire, à l'entrée cellulaire ou à la stabilité du virion, présentent une conservation fonctionnelle élevée. Ils constituent des cibles potentielles pour des stratégies vaccinales plus robustes, mais leur identification systématique demeure un défi.

Le modèle SIUC (Système d'Intégration Unifiée de la Cohérence) propose une approche nouvelle pour analyser ces structures. Plutôt que de considérer les virus comme des entités statiques, SIUC les décrit comme des systèmes dynamiques possédant des attracteurs de cohérence et des transitions obligatoires. Cette perspective permet d'identifier les invariants structurels indispensables à l'infection, indépendamment des variations génétiques superficielles.

Dans ce contexte, SIUC-VAX s'inscrit comme une réponse scientifique et technologique visant à exploiter ces invariants pour concevoir des vaccins plus stables, plus durables et résistants aux mutations. Cette approche ouvre la voie à une nouvelle génération de plateformes vaccinales capables d'anticiper l'évolution virale plutôt que de la subir.

6 Problématique

Les approches vaccinales actuelles reposent majoritairement sur le ciblage d'antigènes viraux variables, tels que les protéines de surface impliquées dans la reconnaissance cellulaire. Bien que ces antigènes soient immunogènes, ils présentent une forte propension

à muter, ce qui réduit l'efficacité des vaccins au fil du temps. Cette variabilité impose des mises à jour fréquentes des formulations vaccinales, comme observé avec les virus influenza ou les coronavirus, et limite la capacité des systèmes de santé à maintenir une protection durable.

De plus, les méthodes traditionnelles de conception vaccinale ne disposent pas d'un cadre théorique permettant d'identifier systématiquement les structures virales essentielles à l'infection. Les éléments structurels non mutables, pourtant cruciaux pour la fusion membranaire, l'entrée cellulaire ou la stabilité du virion, sont souvent sous-exploités faute d'outils conceptuels adaptés.

Cette situation crée un double défi : d'une part, la difficulté à anticiper l'évolution virale et, d'autre part, l'incapacité à concevoir des vaccins capables de résister aux mutations cohérentes. Les plateformes actuelles demeurent réactives plutôt que prédictives, ce qui entraîne un décalage constant entre l'apparition de nouveaux variants et la disponibilité de vaccins efficaces.

La problématique centrale est donc la suivante : **comment identifier, modéliser et exploiter les invariants structurels des virus afin de concevoir des vaccins stables, durables et résistants aux mutations ?** C'est précisément à cette question que répond la plateforme SIUC-VAX.

7 Solution proposée : SIUC-VAX

La plateforme SIUC-VAX propose une approche vaccinale fondée sur l'identification, la modélisation et l'exploitation des invariants de cohérence virale. Ces invariants correspondent aux structures minimales indispensables au cycle infectieux d'un virus et présentent une résistance naturelle aux mutations. En ciblant ces éléments plutôt que les régions variables, SIUC-VAX vise à concevoir des vaccins plus stables, plus durables et moins sensibles à l'évolution virale.

L'invention repose sur l'application du modèle SIUC (Système d'Intégration Unifiée de la Cohérence), qui permet d'analyser les virus comme des systèmes dynamiques possédant des attracteurs structurels et des transitions obligatoires. Cette approche offre un cadre prédictif permettant d'anticiper les mutations cohérentes et d'identifier les structures virales non mutables.

La solution SIUC-VAX se décline en quatre composantes principales :

7.1 Principe général

SIUC-VAX identifie les invariants de cohérence virale en analysant les tensions minimales, les attracteurs structurels et les transitions obligatoires du virus. Ces invariants sont ensuite sélectionnés comme cibles immunogènes et intégrés dans des formulations vaccinales adaptées.

7.2 Invariants de cohérence virale

Les invariants correspondent aux éléments structurels indispensables à la fusion membranaire, à l'entrée cellulaire, à la stabilité du virion ou à la réplication. Leur conservation fonctionnelle en fait des cibles idéales pour une immunisation durable. SIUC permet de les identifier de manière systématique, indépendamment des variations génétiques superficielles.

7.3 Modélisation SIUC

Le modèle SIUC analyse les virus comme des systèmes dynamiques possédant des états stables (attracteurs) et des transitions cohérentes. Cette modélisation permet de :

— cartographier les attracteurs viraux,
— identifier les structures non mutables,
— prédire les mutations cohérentes possibles,
— déterminer les points faibles structurels.

7.4 Intégration vaccinale

Les invariants identifiés sont intégrés dans des nanoparticules, des plateformes ARN ou des vecteurs viraux atténués. L'objectif est de présenter au système immunitaire des structures virales stables, résistantes aux mutations et capables d'induire une réponse immunitaire durable. Cette approche permet également de concevoir des vaccins modulaires et adaptables à différentes familles virales.

En combinant ces éléments, SIUC-VAX constitue une solution vaccinale prédictive, robuste et ouverte, capable de répondre aux défis posés par l'évolution rapide des virus.

7.5 Principe général

7.6 Invariants de cohérence virale

7.7 Modélisation SIUC

8 Architecture technique

La plateforme SIUC-VAX repose sur une architecture technique structurée en plusieurs étapes successives, allant de l'analyse des données virales à la conception d'immunogènes stables et résistants aux mutations. Cette architecture permet d'intégrer les principes du modèle SIUC dans un pipeline cohérent, reproductible et adaptable à différentes familles virales.

8.1 Pipeline SIUC-VAX

Le pipeline SIUC-VAX se compose des étapes suivantes :

1. **Collecte des données virales** : séquences génétiques, structures protéiques, données cryo-EM, informations sur la fusion et l'entrée cellulaire.
2. **Analyse SIUC** : identification des attracteurs viraux, des tensions minimales et des transitions obligatoires.
3. **Extraction des invariants** : sélection des structures non mutables indispensables au cycle infectieux.
4. **Conception des immunogènes** : intégration des invariants dans des nanoparticules, plateformes ARN ou vecteurs viraux.
5. **Assemblage nanoparticulaire** : stabilisation et présentation optimale des invariants au système immunitaire.
6. **Validation immunitaire** : évaluation de la réponse immunitaire, de la durabilité et de la résistance aux mutations.
7. **Optimisation cohérente** : ajustement des immunogènes selon les attracteurs immunitaires identifiés.
8. **Production et distribution** : fabrication des formulations vaccinales et diffusion open-source.

8.2 Nanoparticules multi-invariantes

Les nanoparticules utilisées dans SIUC-VAX sont conçues pour afficher simultanément plusieurs invariants de cohérence virale. Cette approche permet :

— d'induire une réponse immunitaire large et robuste,
— de cibler plusieurs étapes du cycle infectieux,
— de réduire la probabilité d'échappement viral,
— de combiner des invariants provenant de différentes familles virales.

Les nanoparticules peuvent être de nature protéique, lipidique ou hybride, selon les besoins de stabilité et de présentation antigénique.

8.3 Transition immunitaire optimisée

La transition immunitaire est modélisée comme un processus de cohérence adaptative. SIUC-VAX vise à stabiliser cette transition en créant un attracteur immunitaire durable. Les objectifs principaux sont :

— renforcer la maturation des cellules B,
— stabiliser la différenciation en cellules plasmatiques,
— prolonger la mémoire immunitaire,
— réduire les réponses inflammatoires incohérentes.

Cette optimisation permet d'obtenir une immunité plus stable, plus durable et moins sensible aux variations antigéniques.

8.4 Pipeline SIUC-VAX

8.5 Nanoparticules multi-invariantes

8.6 Transition immunitaire optimisée

9 Revendications

Les revendications suivantes définissent la portée de l'invention SIUC-VAX. Elles couvrent la plateforme, les méthodes d'identification des invariants, les procédés de modélisation, ainsi que les applications vaccinales dérivées.

9.1 Revendication principale

1. Plateforme vaccinale utilisant des invariants de cohérence virale identifiés par modélisation SIUC, intégrés dans un vecteur immunogène destiné à induire une réponse immunitaire stable, durable et résistante aux mutations virales.

9.2 Revendications secondaires

2. Procédé d'identification des invariants viraux comprenant :
— l'analyse des attracteurs de cohérence du virus,
— la détermination des tensions minimales nécessaires à la fusion ou à l'entrée cellulaire,
— l'identification des transitions structurelles obligatoires,
— la sélection des structures non mutables indispensables au cycle infectieux.

3. Nanoparticule multi-invariante comprenant plusieurs structures virales conservées, stabilisées et présentées simultanément afin d'induire une réponse immunitaire large et robuste.

4. Procédé d'optimisation de la transition immunitaire visant à créer un attracteur immunitaire stable, permettant une mémoire immunitaire prolongée et une réduction des réponses inflammatoires incohérentes.

5. Système de prédiction des mutations cohérentes basé sur la modélisation SIUC, permettant d'anticiper les trajectoires évolutives virales et d'adapter les immunogènes en conséquence.

6. Méthode d'adaptation de la plateforme SIUC-VAX à différentes familles virales, comprenant l'analyse des invariants spécifiques à chaque famille et leur intégration dans des modules immunogènes interchangeables.

7. Vaccin modulaire composé de plusieurs invariants de cohérence provenant d'un ou plusieurs virus, permettant une protection multi-familles et une adaptation rapide aux virus émergents.

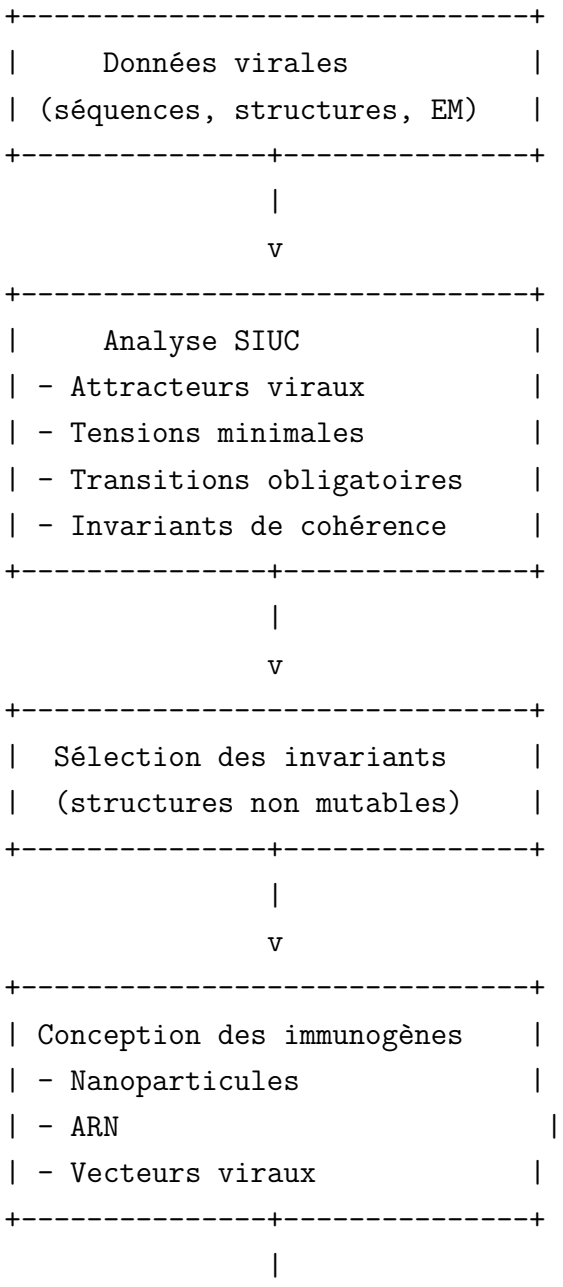
8. Procédé de stabilisation immunitaire visant à renforcer la maturation des cellules B, la différenciation en cellules plasmatiques et la durabilité de la mémoire immunitaire.

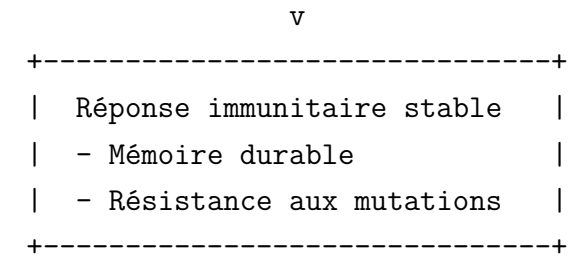
9. Système de cartographie des attracteurs viraux permettant d'identifier les états stables, instables et semi-stables d'un virus afin de déterminer les cibles vaccinales optimales.

10 Schémas conceptuels

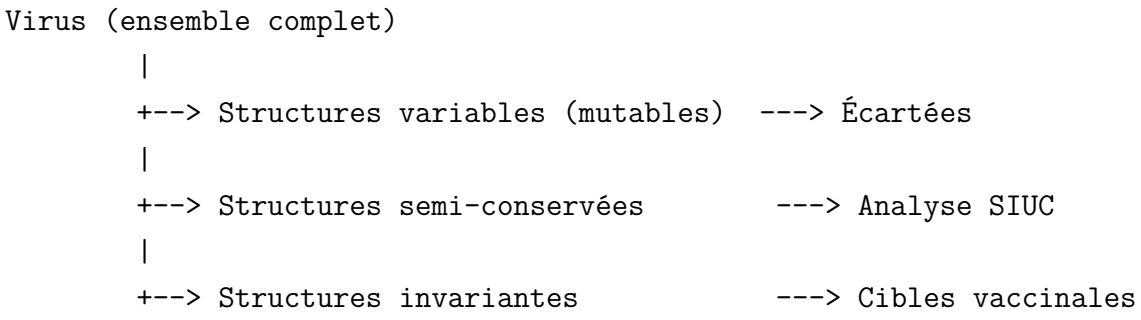
Les schémas suivants illustrent l'architecture générale de la plateforme SIUC-VAX, le processus d'identification des invariants viraux, ainsi que la modélisation des attracteurs de cohérence. Ils servent de support visuel pour comprendre les différentes étapes du pipeline et les principes fondamentaux de l'invention.

10.1 Architecture générale de SIUC-VAX

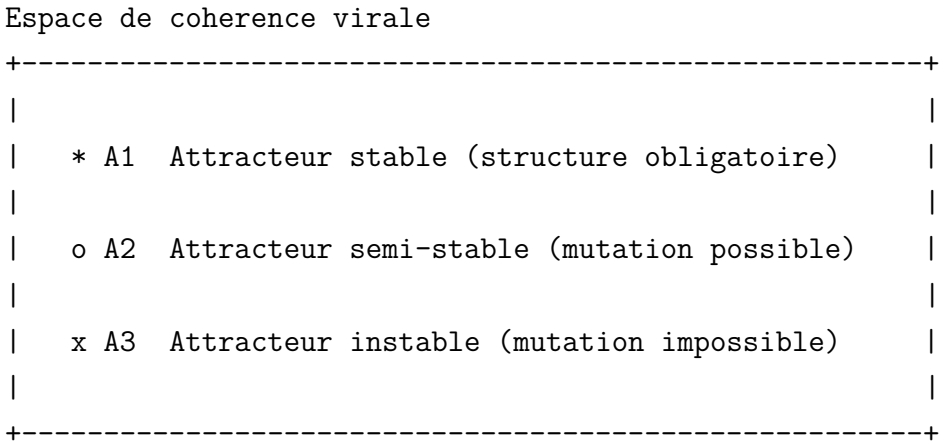




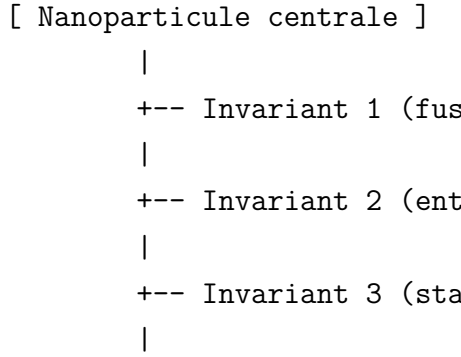
10.2 Identification des invariants viraux


Virus (ensemble complet)
Structures variables (mutables) ---> Écartées
Structures semi-conservées ---> Analyse SIUC
Structures invariantes ---> Cibles vaccinales

10.3 Modélisation des attracteurs viraux


Espace de coherence virale
* A1 Attracteur stable (structure obligatoire)
o A2 Attracteur semi-stable (mutation possible)
x A3 Attracteur instable (mutation impossible)

10.4 Nanoparticules multi-invariantes



```
        +-- Invariant 4 (réplication)
```

10.5 Transition immunitaire optimisée

```
Antigène SIUC-VAX
        |
        v
Activation B-cell
        |
        v
Transition cohérente (stabilisée)
        |
        v
Cellule plasma durable
        |
        v
Mémoire immunitaire longue durée
```

10.6 Plateforme modulaire

```
Module A : invariants coronavirus
Module B : invariants influenza
Module C : invariants paramyxovirus
Module D : invariants virus émergents

Combinaisons possibles :
A+B, A+C, B+D, A+B+C, etc.
```

11 Stratégie de propriété intellectuelle

La stratégie de propriété intellectuelle associée à SIUC-VAX repose sur un modèle hybride combinant un brevet défensif et une diffusion open-source. Cette approche vise à protéger l'innovation contre toute appropriation exclusive tout en garantissant son accessibilité mondiale. Elle permet d'assurer que la technologie demeure un bien commun scientifique et sanitaire.

11.1 Brevet défensif

Le brevet associé à SIUC-VAX a pour objectif principal d'empêcher toute entité privée ou institutionnelle de revendiquer une exclusivité commerciale sur la plateforme ou ses dérivés. Contrairement aux modèles traditionnels de propriété intellectuelle, le brevet

n'est pas utilisé comme un outil de verrouillage, mais comme un mécanisme de protection contre la privatisation.

Les éléments protégés incluent notamment :

— la méthode d'identification des invariants de cohérence virale,
— la modélisation SIUC appliquée aux systèmes viraux,
— les nanoparticules multi-invariantes,
— les procédés d'optimisation de la transition immunitaire,
— les architectures modulaires multi-familles.

11.2 Licence open-source

Une fois le brevet déposé, la technologie est rendue accessible sous une licence open-source. Cette licence garantit :

— la liberté d'utilisation,
— la liberté de reproduction,
— la liberté de modification,
— la liberté de distribution,
— l'interdiction de toute appropriation exclusive.

Ce modèle assure que SIUC-VAX puisse être adopté, amélioré et diffusé par des chercheurs, institutions publiques, organisations internationales et communautés scientifiques sans restriction commerciale.

11.3 Objectifs de la stratégie

La stratégie de propriété intellectuelle poursuit trois objectifs principaux :

1. **Protéger l'innovation** contre toute tentative de monopole ou de verrouillage.
2. **Garantir l'accessibilité mondiale** de la technologie, en particulier pour les pays à ressources limitées.
3. **Favoriser la collaboration scientifique** en permettant une amélioration continue de la plateforme.

Cette approche positionne SIUC-VAX comme une innovation scientifique ouverte, éthique et alignée avec les besoins globaux en matière de santé publique.

12 Manifeste open-source

Le projet SIUC-VAX s'inscrit dans une vision scientifique et éthique fondée sur la contribution, la transparence et la responsabilité collective. Dans un contexte où les technologies vaccinales jouent un rôle déterminant dans la santé mondiale, il devient essentiel de garantir que certaines innovations demeurent accessibles à tous et ne puissent être appropriées de manière exclusive.

Le manifeste open-source de SIUC-VAX repose sur le principe suivant : une découverte capable de protéger l'humanité ne doit jamais être enfermée. Elle doit être partagée, améliorée et diffusée librement. La plateforme SIUC-VAX est donc conçue pour être protégée par un brevet défensif, puis rendue accessible sous une licence ouverte permettant son utilisation, sa reproduction, sa modification et sa distribution sans restriction commerciale.

Cette approche vise à :

— favoriser la collaboration scientifique internationale,
— accélérer le développement de solutions vaccinales robustes,
— garantir l'équité d'accès aux technologies de santé,
— empêcher toute appropriation exclusive ou verrouillage commercial,
— soutenir les pays à ressources limitées dans leur capacité de réponse sanitaire.

Le modèle open-source adopté par SIUC-VAX constitue un engagement clair envers la communauté scientifique et la population mondiale. Il affirme que la science doit servir la vie, que la cohérence doit guider les choix technologiques, et que les innovations essentielles doivent demeurer des biens communs.

En rendant SIUC-VAX libre et accessible, nous affirmons notre volonté de contribuer à un monde plus juste, plus cohérent et plus résilient. Ce manifeste représente la dimension humaine et universelle de l'invention : protéger l'humanité, et non un marché.

13 Plan de développement

Le développement de la plateforme SIUC-VAX est structuré en plusieurs phases successives permettant de passer de la modélisation théorique à la validation expérimentale, puis à la diffusion internationale. Chaque phase est conçue pour être modulaire, reproductible et adaptable à différentes familles virales.

13.1 Phase 1 : Modélisation SIUC

Durée estimée : 6 mois

Cette phase consiste à appliquer le modèle SIUC aux virus ciblés afin d'identifier leurs invariants de cohérence. Les activités principales incluent :

— collecte et intégration des données virales (séquences, structures, cryo-EM),
— cartographie des attracteurs viraux,
— identification des tensions minimales et transitions obligatoires,
— extraction des invariants structurels non mutables.

13.2 Phase 2 : Conception des immunogènes

Durée estimée : 12 mois

Les invariants identifiés sont intégrés dans des plateformes vaccinales adaptées. Les activités comprennent :

— conception de nanoparticules multi-invariantes,
— développement de modules ARN ou protéiques,
— optimisation de la présentation antigénique,
— modélisation de la transition immunitaire cohérente.

13.3 Phase 3 : Validation préclinique

Durée estimée : 18 mois

Cette phase vise à évaluer l'efficacité immunitaire et la stabilité des formulations SIUC-VAX. Les activités incluent :

— tests in vitro sur cellules immunitaires,
— validation de la réponse B et T,
— évaluation de la mémoire immunitaire,
— tests in vivo sur modèles animaux,
— analyse de la résistance aux mutations virales.

13.4 Phase 4 : Partenariats internationaux

Durée : continue

Cette phase vise à établir des collaborations avec des institutions scientifiques, des organisations internationales et des gouvernements. Les objectifs sont :

— partager les résultats en open-source,
— harmoniser les protocoles de production,
— faciliter l'adoption mondiale de la plateforme,
— soutenir les pays à ressources limitées,
— préparer les essais cliniques éventuels.

13.5 Phase 5 : Diffusion open-source

Une fois les validations essentielles obtenues, la technologie est publiée sous licence ouverte. Cette diffusion comprend :

— publication des invariants identifiés,
— mise à disposition des protocoles de conception,
— partage des modèles SIUC,
— documentation technique complète,
— support communautaire et scientifique.

Ce plan de développement assure une progression cohérente, rigoureuse et alignée avec les objectifs scientifiques, éthiques et humanitaires de SIUC-VAX.

14 Conclusion

La plateforme SIUC-VAX propose une approche vaccinale entièrement nouvelle, fondée sur l'identification et l'exploitation des invariants de cohérence virale. En s'appuyant sur le modèle SIUC, cette technologie permet de dépasser les limites des approches traditionnelles centrées sur des antigènes variables, et d'orienter la conception vaccinale vers des structures stables, essentielles et résistantes aux mutations.

L'architecture technique présentée, combinant modélisation dynamique, extraction systématique des invariants, conception de nanoparticules multi-invariantes et optimisation de la transition immunitaire, offre un cadre robuste et prédictif pour le développement de vaccins durables. Cette approche ouvre la voie à des formulations modulaires, adaptables à différentes familles virales et capables d'anticiper l'évolution cohérente des pathogènes.

La stratégie de propriété intellectuelle, reposant sur un brevet défensif suivi d'une diffusion open-source, garantit que SIUC-VAX demeure un bien commun scientifique et sanitaire. Elle assure que cette innovation ne puisse être appropriée de manière exclusive, tout en favorisant la collaboration internationale et l'accès équitable aux technologies de santé.

En réunissant rigueur scientifique, cohérence conceptuelle et engagement éthique, SIUC-VAX se positionne comme une contribution majeure à la résilience sanitaire mondiale. Cette plateforme représente une avancée structurante pour la conception vaccinale et un exemple de science ouverte au service de l'humanité.